

PCT/IB03/02031

08.07.03

日本国特許
JAPAN PATENT OFFICE

月10/509730

30 SEP 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 5月28日

REC'D 29 JUL 2003

WIPO PCT

出願番号

Application Number:

特願2002-154254

[ST.10/C]:

[JP2002-154254]

出願人

Applicant(s):

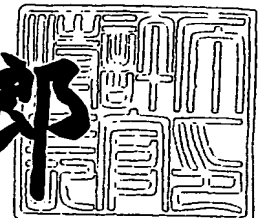
株式会社村田製作所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3031819

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
 【整理番号】 20020123
 【提出日】 平成14年 5月28日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府箕面市栗生新家2-1-27
 ヴェルドミール205号室

【氏名】 桐原 聡秀

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市槻木町1-4-202

【氏名】 宮本 欽生

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
 株式会社村田製作所内

【氏名】 中川 卓二

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
 株式会社村田製作所内

【氏名】 田中 克彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100084548

【弁理士】

【氏名又は名称】 小森 久夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013550

【納付金額】

21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元周期構造体およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電率の異なる2つの物質が3次元空間内で周期性をもって分布した3次元周期構造体であって、前記2つの物質の界面に、表面抵抗が0.3Ω/□以上の導電体膜が形成されていることを特徴とする3次元周期構造体。

【請求項2】 誘電率の異なる2つの物質が3次元空間内で周期性をもって分布した3次元周期構造体であって、前記2つの物質の界面に、各々独立した導電性粒子または複数の導電性粒子同士によるクラスタがまばらに広がる導電体膜が形成されていることを特徴とする3次元周期構造体。

【請求項3】 前記導電体膜が、導電率 10^3 S/cm以上の導電性材料からなる請求項1または2に記載の3次元周期構造体。

【請求項4】 前記導電体膜が、前記2つの物質のうち一方の表面に無電解メッキ法により形成された請求項1、2または3に記載の3次元周期構造体。

【請求項5】 形成すべき断面パターンの光照射を光硬化性樹脂に対して層毎に繰り返す光造形法により、請求項1～4のいずれかに記載の3次元周期構造体の2つの物質のうち一方の物質の分布による構造体を形成する、3次元周期構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、3次元周期構造体およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

固体結晶中において、原子核により構成される周期的なポテンシャル分布は、格子定数に見合う波長の電子波に対して干渉作用を示す。すなわち、電子波の波長が結晶のポテンシャル周期に非常に近い場合には、3次元的な回折作用（ブラッグ回折）により反射が起こる。この現象により特定のエネルギー領域に含まれる電子はその通過を禁止される。これが半導体デバイスなどに利用される電子バン

ドギャップの形成である。

【0003】

同様に、屈折率もしくは誘電率が周期的に変化する3次元構造は、電磁波に対する干渉作用を示し、特定周波数領域の電磁波を遮断する。この場合、禁止帯はフォトリックバンドギャップと呼ばれ、上記3次元構造体はフォトリック結晶と呼ばれる。

【0004】

フォトリック結晶のこのような作用を利用して、例えば所定周波数帯域の電磁波の透過を遮断するカットオフフィルタとして用いたり、上記周期的な構造中に周期を乱す不均一部分を導入して、その部分に光や電磁波が閉じ込める導波路や共振器として用いたりすることが考えられている。また、光の超低閾値レーザーや電磁波の高指向性アンテナ等への応用も考えられている。

【0005】

一般にフォトリック結晶中において、電磁波のブラッグ回折が起こるときには、二種類の定在波が形成される。図5はその二種類の定在波を示している。定在波Aは、波の振動が低誘電率領域で高いエネルギーを有し、定在波Bは、波の振動が高誘電率領域で高いエネルギーを有する。この二つの異なるモードにスプリットした定在波間のエネルギーを有する波は結晶中に存在できないので、バンドギャップが生じる。バンドギャップを広げたいのであれば、二つの定在波のエネルギー差を広げてやればよい。そのためには、二つの媒質で誘電率のコントラストを強くするか、高誘電率媒質の体積比を大きくすることが効果的である。

【0006】

このフォトリック結晶には1次元、2次元、3次元の構造体があるが、完全なフォトリックバンドギャップを得るためには3次元構造が必要である。

【0007】

3次元構造を作るためには、例えば角材積層型（特表2001-518707、特開2001-74955）や自己クローニングによる形状保存多層膜を用いた方法（特開2001-74954）、光造形を用いる方法（特開2000-341031、特表2001-502256）、粒子を並べる方法（特開2001-

-42144) 等がある。これらの公報には、有機材料、セラミック、Si等の絶縁体、誘電体、半導体材料を加工しフォトニック結晶を作る技術が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの実用的な材料は、例えば10～30 [GHz] 帯域での比誘電率は15、屈折率は3.0が限界であり、これ以上の誘電率や屈折率のコントラストをつけることは困難であった。

【0009】

そこで、この発明の目的は、誘電率の異なる2つの物質を3次元空間内で周期性をもって分布させ、且つ誘電率や屈折率のコントラストを高めた3次元周期構造体およびその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明は、誘電率の異なる2つの物質が3次元空間内で周期性をもって分布した3次元周期構造体であって、その2つの物質の界面に、表面抵抗が $0.3 \Omega/\square$ 以上の導電体膜が形成されていることを特徴とする。

【0011】

この表面抵抗が 0.3Ω 以上の導電体膜を形成するという条件を満たすことによって、誘電率の異なる2つの物質を3次元空間内で周期性をもって分布させるとともに、金属膜の広がる方向への電流の導通を阻止して、金属体を実質的に絶縁膜被覆しているものと等価な作用効果を得る。

【0012】

また、この発明は、前記2つの物質の界面に、各々独立した導電性粒子または複数の導電性粒子同士によるクラスタがまばらに広がる導電体膜が形成されていることを特徴とする。

【0013】

この構造によって、誘電率の異なる2つの物質を3次元空間内で周期性をもって分布させるとともに、金属膜の広がる方向への電流の導通を阻止して、金属体

を実質的に絶縁膜被覆しているものと等価な効果を得る。

【0014】

前記導電体膜としては、導電率 10^3 S/cm 以上の導電性材料から構成する。

【0015】

また、前記導電体膜は、誘電率の異なる2つの物質のうち一方の表面に無電解メッキ法により形成する。

【0016】

また、この発明の3次元周期構造体の製造方法は、前記構造の3次元周期構造体の2つの物質のうち一方の物質を、形成すべき断面パターンの光照射を光硬化性樹脂に対して層毎に繰り返す光造形法で造形することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

この発明の3次元周期構造体およびその製造方法を各図を参照して順次説明する。

図1はフォトニック結晶としての3次元構造体の斜視図である。(A)において1は既に硬化したエポキシ系樹脂、hはこの樹脂1によるブロック内に形成した複数の孔である。100'は、孔hを形成した樹脂1によるユニットセル素体を示している。図1の(B)は、(A)に示した状態から樹脂1の表面に導電体膜2を形成した状態を示している。このように誘電率の異なる2つの物質である空気と樹脂1との界面に導電体膜2を形成することによってユニットセル100を構成している。

【0018】

孔hは、後述するように3次元空間内で周期性をもって分布している。この構造により、誘電率の異なる2つの物質である樹脂1と空気とが3次元空間内で周期性をもって分布した3次元周期構造体を成している。

【0019】

フォトニック結晶が十分な電磁波の反射機能を発揮するためには、あらゆる結晶方向に対して幅の広いバンドギャップを形成する必要がある。理想的な結晶構

造は3次元ダイヤモンド構造である。ダイヤモンド構造は、単位格子に8個の格子点を含み、そのうち4個ずつがそれぞれ独立の面心立方格子を作り、一方の格子が他方を立体対角線に沿ってその長さの $1/4$ だけ平行に移動した位置を占めるものである。

【0020】

ダイヤモンド構造のフォトニック結晶は、球状の誘電体をダイヤモンド構造の格子点に配置した結晶や、誘電体柱の組み合わせでダイヤモンド構造の原子結合を模した結晶である。図2は後者の単位構造を斜視図として示している。但しここでは、図示を容易にするため、空気孔のみの形状を示している。

【0021】

図1に示したユニットセル素体100'は、樹脂1中に図2に示したようなダイヤモンド型格子構造の空気孔を周期性をもって分布させたものである。このような構造を反転ダイヤモンド構造と称することができる。ここで格子の円柱部分の直径と長さの比率を2:3（アスペクト比1.5）、格子定数を10mmとしている。

【0022】

図3は、図1の(A)に示したユニットセル素体100'を製造する装置を示している。ここで、15は紫外線で硬化するエポキシ系の光硬化性樹脂18を満たす容器である。16は容器15の内部で上下方向に移動するエレベータテーブル、19はエレベータテーブル16の上部に造形したオブジェクトである。17はオブジェクト19の上面に光硬化性樹脂18を所定膜厚だけ塗布するためのスキージである。

【0023】

また、10はレーザーダイオード、11はレーザーダイオード10からのレーザー光を波長変換して紫外光を発生させる調波発生素子(LBO)、12は波長選択素子としての音響光学素子(AOM)、13は走査ミラー、14はfθレンズである。これらによって光学系を構成している。

【0024】

このような光造形装置を用いたフォトニック結晶の製造手順は次のとおりであ

る。

まず、エレベーターテーブル16を光硬化性樹脂18の液面から所定深さまで降下させ、スキージ17を液面に沿った方向に移動させることによって、エレベーターテーブル16の表面に厚さ約100 μm の光硬化性樹脂膜を形成する。その状態で上記光学系によって波長355 nmの紫外線レーザーをスポット径50 μm のビームとして出力110 mWでその液面に照射する。このとき走査ミラー13を制御しつつレーザーダイオード10を変調することによって、光硬化性樹脂18を硬化させるべき位置にレーザー光を照射し、その他の領域に照射しないように制御する。

【0025】

上記レーザービームの照射された光硬化性樹脂18の液面は、その重合反応により直径120 μm の球状硬化相が形成される。この時、レーザービームを速度90 m/sで走査すると、厚さ150 μm の硬化相が形成される。

このようにレーザービームをラスタースキャンすることによって一層目の断面パターンに相当するオブジェクト19を形成する。

【0026】

次に、エレベーターテーブル16を約200 μm 降下させ、スキージ17の移動によって、オブジェクト19の表面に厚さ約200 μm の光硬化性樹脂膜を形成する。

【0027】

その後、一層目と同様にしてレーザービームの走査および変調を行うことによって二層目の断面パターンを一層目の上に形成する。この時、上下の層は重合硬化により接合される。三層目以降は二層目と同様である。この処理を繰り返すことによってオブジェクト19を造形する。

【0028】

図4は、多数の層を形成した各段階でのオブジェクトの形状を透視斜視図として示している。但しここでは、図示を容易にするため、レーザービームが照射されずに硬化しなかった部分すなわち孔部分のパターンを示している。(A)は、図2に示したダイヤモンド構造の結晶軸 $\langle 111 \rangle$ 方向に略1ユニット分だけ造

形した状態を示している。また (B) は、これを約 4 ユニット分造形した状態を示している。(C) は、更にこれを所定ユニット分繰り返して造形した状態を示している。

【 0 0 2 9 】

図 3 に示した装置で、光硬化性樹脂 1 8 の液面に対して所定の断面パターンで光硬化性樹脂 1 8 を硬化させるために、C A D / C A M プロセスを用いる。すなわち、図 4 に示したようなパターンは、3 次元データを扱う C A D で予め設計し、その 3 次元構造のデータを一旦 S T L (Stereolithography) データに変換し、これをスライスソフトウェアによって、所定位置における 2 次元断面データの集合へ変換する。最後に、この 2 次元断面データからレーザービームをラスタースキャンさせる際にレーザーダイオードを変調するためのデータを作成する。このようにして用意したデータを基に、レーザービームの走査とともにレーザーダイオードの変調を行う。

【 0 0 3 0 】

以上の手順で造形した光硬化性樹脂によるターゲット 1 9 を容器 1 5 から取り出し、未硬化の光硬化性樹脂を洗浄し、乾燥させ、さらに所定サイズに切断することによって、図 1 の (A) に示したユニットセル素体 1 0 0' を構成する。なお、このユニットセル素体 1 0 0' の孔 h は 3 次元空間内で周期性をもって分布するので、図 3 に示した装置でダイヤモンド構造のセルを結晶の各軸方向に繰り返し形成しておき、所定方向に所定寸法だけ切り出すことによってユニットセル素体 1 0 0' を得るようにしても良い。

【 0 0 3 1 】

さて、以上のようにして形成したユニットセル素体 1 0 0' に対して、次に図 1 の (B) に示したように導電体膜 2 を成する。この導電体膜の形成方法と、導電体膜を形成したことによる特性上の変化について以降に述べる。

【 0 0 3 2 】

導電体膜 2 は、ユニットセル素体 1 0 0' に対して無電解メッキ法によって C u や N i 等を被膜形成することにより設ける。図 9 は、ユニットセル素体 1 0 0' に対して C u の無電解メッキを行ったときのメッキ時間と導電体膜 (C u 膜)

の表面抵抗との関係を示している。

【 0 0 3 3 】

図 6 は、ユニットセル 1 0 0 の特性を測定する測定装置を示している。ここで 3 0 は M バンド導波管、3 1, 3 2 は導波管 3 0 内に挿入したプローブである。この導波管 3 0 の内部に試料としてのユニットセル 1 0 0 を挿入する。プローブ 3 1, 3 2 にはネットワークアナライザ 3 3 を接続している。そして、このネットワークアナライザ 3 3 を用いて電磁波の透過特性を測定する。図 6 においてユニットセル 1 0 0 は、それに設けている孔 h によるダイヤモンド構造の結晶軸 $\langle 1 0 0 0 \rangle$ が導波管 3 0 の電磁波伝搬方向を向くように配置している。導波管 3 0 の内側寸法は、横 2 0 × 縦 1 0 mm であり、ユニットセル 1 0 0 の寸法は導波管 3 0 の長手方向に 2 0 mm、導波管 3 0 の高さ方向に 1 0 mm である。

【 0 0 3 4 】

図 7 は、Cu の無電解メッキのメッキ時間を変えて、Cu 膜の状態を変えた時の上記透過特性を示している。ここで横軸は周波数 [GHz]、縦軸は減衰量 (dB) であり、電磁波の入力に対する出力の強度比の対数である。0 (dB) は入力と出力の信号強度が等しい状態である。

【 0 0 3 5 】

図 7 の (A) は、導波管 3 0 内にユニットセル 1 0 0 を挿入しない状態での特性である。(B) は Cu 膜形成前のユニットセル素体 1 0 0' を導波管 3 0 内に挿入した状態での特性である。(C) ~ (H) は、Cu 無電解メッキのメッキ時間を 1 分 ~ 2 0 分まで変化させた時の特性である。

【 0 0 3 6 】

ここで、図 7 の (A) ~ (H) に対応させて、メッキ時間、表面抵抗、Cu の膜厚と、それによって得られるバンドギャップとの関係を次の表に示す。

【 0 0 3 7 】

【表 1】

図	[分]	Ω/\square	$[\mu\text{m}]$	[GHz]	[GHz]	(dB)	(dB)
	メッキ時間	表面抵抗	膜厚	ギャップ中心周波数	バンド幅	減衰量	最下点の減衰量
B	0	100000		18.0	0.9	12.0	19.5
C	1	10000		10.7	0.9	15.6	28.2
D	2	0.91	0.08	10.6	1.5	24.9	35.0
E	3	0.63	0.12	10.4	3.9	20.5	29.1
F	5	0.56	0.18	10.4	3.9	24.6	33.3
G	10	0.33	0.36	9.0	3.5	23.0	33.5
H	20	0.10	0.75				

【0038】

ここで、「ギャップ中心周波数」は、最下点（減衰量最大点）の周波数、「バンド幅」は減衰量が「減衰量」で示す値であるときの帯域幅、「最下点の減衰量」は最も減衰する点の減衰量である。

【0039】

図7の（B）に示すように、導電体膜を形成しないユニットセル素体100'であれば、そのバンドギャップにより、18.0 [GHz] で-19.5 (dB) 減衰する特性が現れる。このときの減衰量-12.0 (dB) で見たバンド幅は0.9 [GHz] である。メッキ時間1分でCuの無電解メッキを行ったユニット素体100'であれば、図7の（C）に示すように、10.7 [GHz] で約-28.2 (dB) だけ減衰する。このときの減衰量-15.6 (dB) で見たバンド幅は0.9 [GHz] である。無電解メッキ時間を2分→3分→5分→10分と長くしていくと、図7の（D）～（G）に示すように、減衰量およびバンド幅が共に大きくなる。すなわちバンドギャップが大きくなることが分かる。

【0040】

このように、導電体膜2を形成することによって、ユニットセル素体100'の場合に比べて大きなバンドギャップが得られ、導電体膜2の密度を増す程、大きなバンドギャップが得られることが分かる。また、ユニットセル素体100'に導電体膜2を形成することにより、バンドギャップが現れる周波数が低くなる。すなわち、ユニットセルの見かけ上の誘電率が高くなることが分かる。このことは、高誘電率材料のフォトリソニック結晶を得たことと等価である。

【0041】

ここで、導電体膜2の表面抵抗、バンドギャップの中心周波数、それによる見

かけ上の比誘電率の関係を図 8 に示す。

このようにメッキ時間を長くして、導電体膜 2 の表面抵抗を小さくするほど見かけ上の比誘電率が高くなる。したがって、同一周波数帯で減衰を得るためのユニットセルがその分小型化できる。

【 0 0 4 2 】

しかし、図 7 の (H) に示したように、Cu 無電解メッキのメッキ時間を 20 分以上にすると、バンドギャップは消失する。これは、導電体膜 2 の密度が高くなりすぎて、丁度、図 1 に示した構造の金属体を導波管内に挿入したことと等価な状態になるためであると考えられる。

【 0 0 4 3 】

ここで、Cu の無電解メッキのメッキ時間を 2 分とした時の導電体膜 2 の AFM 像 (原子間力顕微鏡 (AFM : atomic force microscope) により観測した像) を図 10 に示す。ここで複数の山型に突出している各々が Cu 粒である。これらは各々独立している。または、複数の Cu 粒がクラスタ状に連続しているが、クラスタ同士が全体につながることはなく、まばらに分布している。すなわち導電体粒が不連続な金属膜状態となっている。これにより、Cu 膜の広がる方向への比較的長い経路にわたる電流の導通は阻止される。この構造により、多数の金属体を実質的に絶縁膜被覆しているものと等価な作用効果を得る。

【 0 0 4 4 】

上記メッキ時間を 20 分以上にすると、Cu 粒が連続して、フォトリソ結晶の全表面に、膜の広がる方向に自由に電流が導通する Cu 膜が形成される。そのため、誘電率の異なる 2 つの物質を周期性をもって 3 次元空間内に分布した構造による作用が無くなって、バンドギャップが消失するものと考えられる。

【 0 0 4 5 】

図 9 に示したように、メッキ時間の 10 分は、表面抵抗の約 $0.3 \Omega / \square$ に相当するので、上記 3 次元周期構造体の 2 つの物質の界面に、表面抵抗が $0.3 \Omega / \square$ 以上の導電体膜を形成すればよい。これを導電体膜の状態で表せば、2 つの物質の界面に、各々独立した導電性粒子または複数の導電性粒子同士によるクラスタがまばらに広がる導電体膜を形成すればよい。

【0046】

なお、上記導電体膜2の導電体材料としてCu以外にNiやInSbでも同様の結果が得られた。Cuの導電率は 5.8×10^5 [S/cm]、Niの導電率は 1.5×10^5 [S/cm]、InSbの導電率は 1.0×10^3 [S/cm]であるから、導電率が 10^3 S/cm以上の導電性材料であれば、他の金属などの導電性材料を無電解メッキしても同様の作用効果が得られるものと考えられる。

【0047】

また、ユニットセル素体100'に導電体膜2を形成する方法としては、無電解メッキ法以外に、スパッタリング法、CVD法、真空蒸着法、導電体粒としての金属粉を分散させた樹脂を塗布し乾燥固化させる塗布法によって導電体膜2を形成しても良い。

【0048】

【発明の効果】

この発明によれば、誘電率の異なる2つの物質が3次元空間内で周期性をもって分布した3次元周期構造体であって、その2つの物質の界面に、表面抵抗が $0.3 \Omega/\square$ 以上の導電体膜を形成したことにより、

また、前記2つの物質の界面に、各々独立した導電性粒子または複数の導電性粒子同士によるクラスタがまばらに広がる導電体膜を形成したことにより、

誘電率の異なる2つの物質が3次元空間内で周期性をもって分布するとともに、金属膜の広がる方向への電流の導通が阻止されて、金属体を実質的に絶縁膜被覆したものと同様の効果が得られる。すなわち、誘電率や屈折率のコントラストの高い3次元周期構造体を得られる。

【0049】

また、この発明によれば、前記導電体膜として、導電率が 10^3 S/cm以上の導電性材料から構成したことにより、大きなバンドギャップが得られる。また、見かけ上の誘電率が高まり、全体に小型化できる。

【0050】

また、前記導電体膜を、誘電率の異なる2つの物質のうち一方の表面に無電解

メッキ法により形成したことにより、誘電率の異なる 2 つの物質の界面に、各々独立した導電性粒子または複数の導電性粒子同士によるクラスタがまばらに広がる導電体膜を容易に形成でき、その生産性が高まる。

【 0 0 5 1 】

また、この発明によれば、断面パターンの光照射を光硬化性樹脂に対して層毎に繰り返す光造形法を用いたことにより、3 次元周期構造体の 2 つの物質のうちの一方の物質による構造を容易に形成でき、且つ、その 2 つの物質の界面に導電体膜を形成した 3 次元構造体が容易に得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施形態に係るユニットセルの構造を示す斜視図

【図 2】 同ユニットセル内の空気孔によるダイヤモンド構造の 1 ユニットの示す図

【図 3】 光造形装置の構成を示す図

【図 4】 同光造形装置によるオブジェクトの造形途中の状態を示す図

【図 5】 誘電率の異なる物質が周期性をもって分布している時の 2 つの定在波を示す図

【図 6】 ユニットセルの電磁波特性測定装置の構成を示す図

【図 7】 ユニットセル素体への導電体膜のメッキ時間と透過特性との関係を示す図

【図 8】 導電体膜 2 の表面抵抗、バンドギャップの中心周波数、それによる見かけ上の比誘電率の関係を示す図

【図 9】 ユニットセル素体に対する無電解メッキのメッキ時間と導電体膜の表面抵抗との関係を示す図

【図 1 0】 ユニットセルに対する無電解メッキによる導電体膜表面の A F M 像を示す図

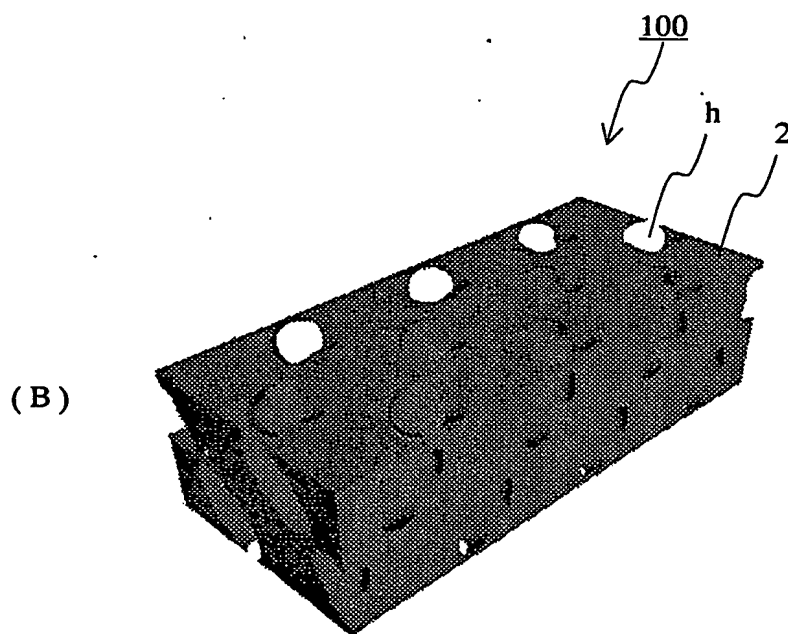
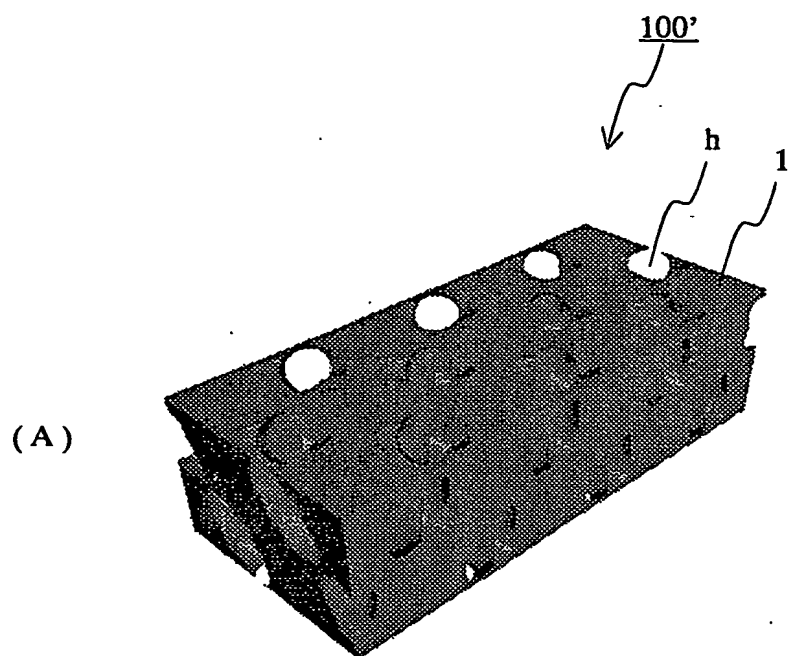
【符号の説明】

- 1 - 樹脂
- 2 - 導電体膜
- h - 孔

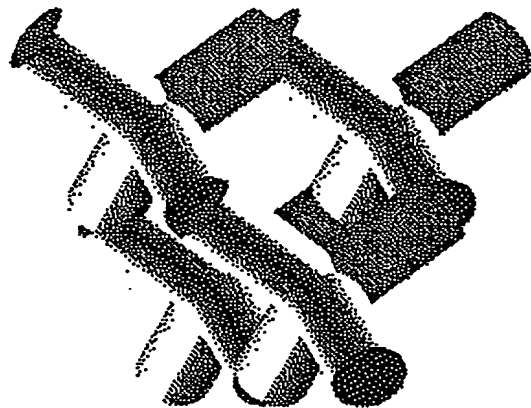
- 1 0 - レーザダイオード
- 1 1 - 調波発生素子 (LBO)
- 1 2 - 音響光学素子 (AOM)
- 1 3 - 走査ミラー
- 1 4 - $f \theta$ レンズ
- 1 5 - 容器
- 1 6 - エレベータテーブル
- 1 7 - スキージ
- 1 8 - 光硬化性樹脂
- 1 9 - オブジェクト
- 3 0 - 導波管
- 3 1, 3 2 - プロープ
- 3 3 - ネットワークアナライザ
- 1 0 0 - ユニットセル
- 1 0 0' - ユニットセル素体

【書類名】 図面

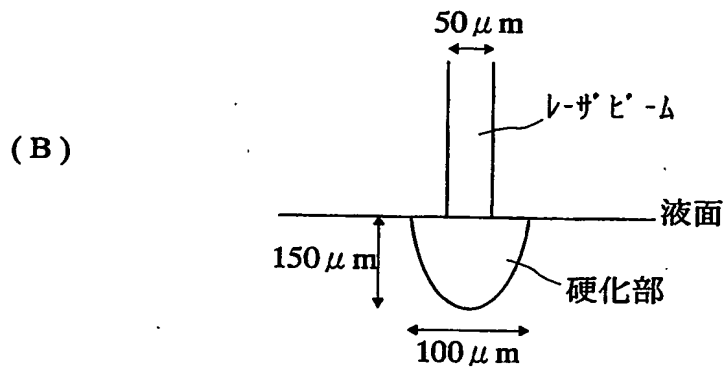
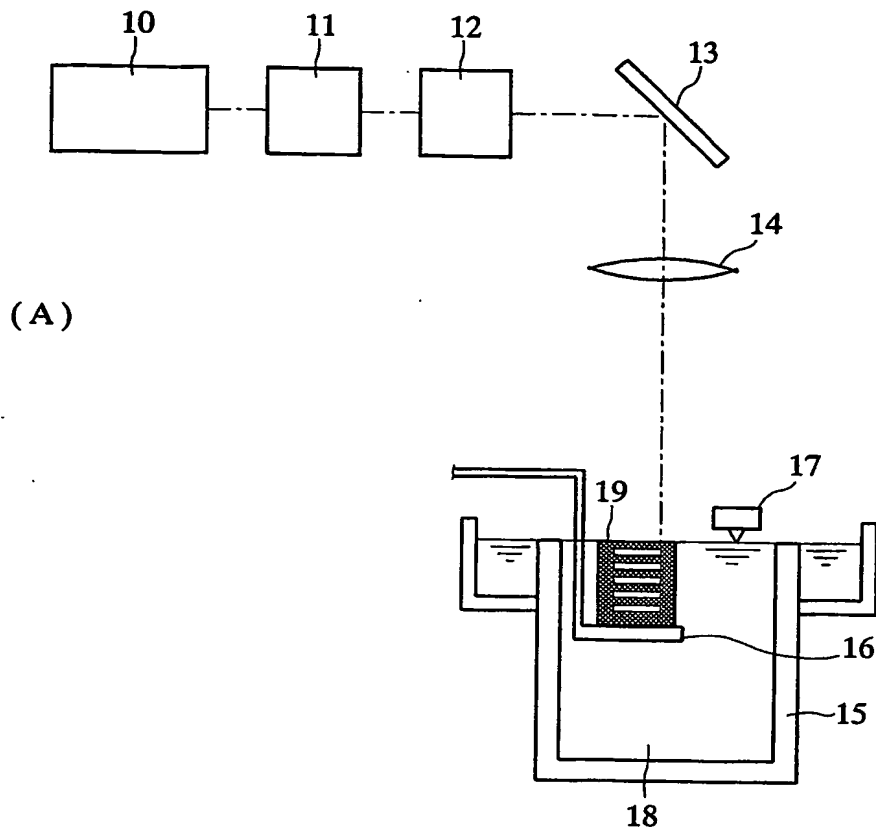
【図 1】



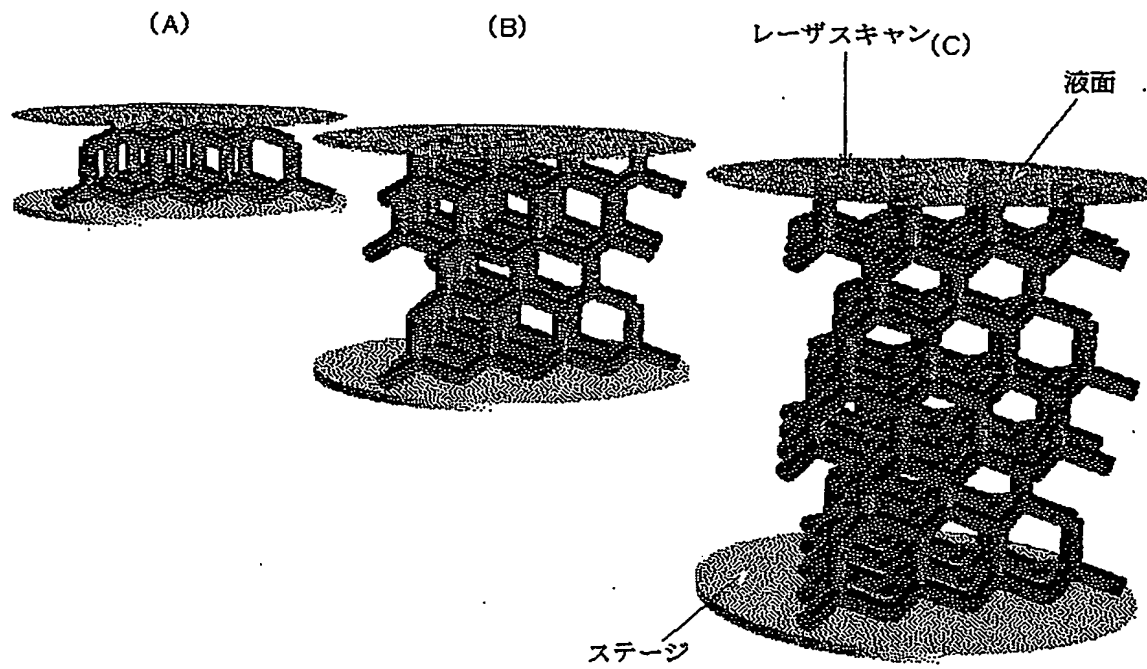
【図 2】



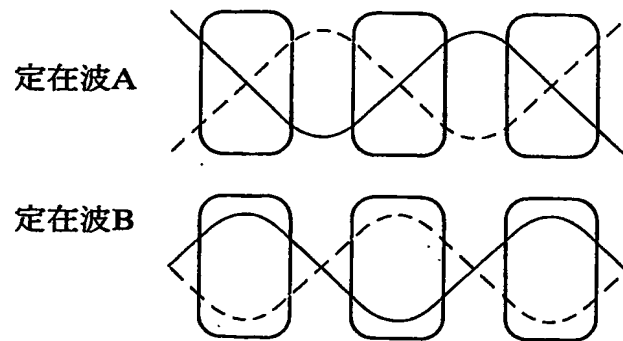
【図 3】



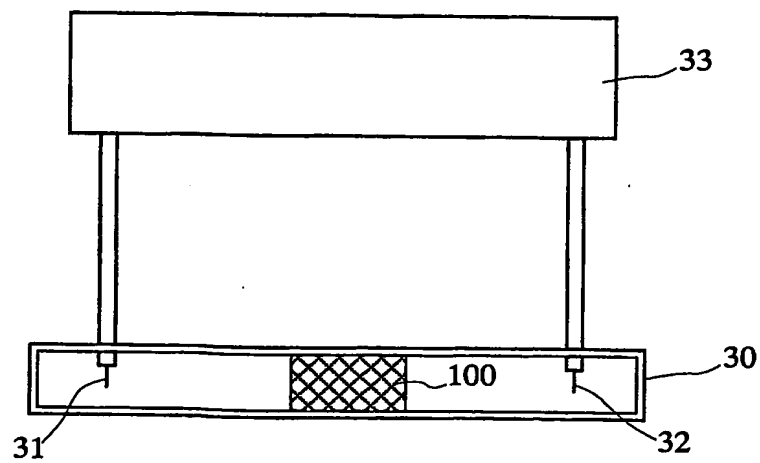
【図4】



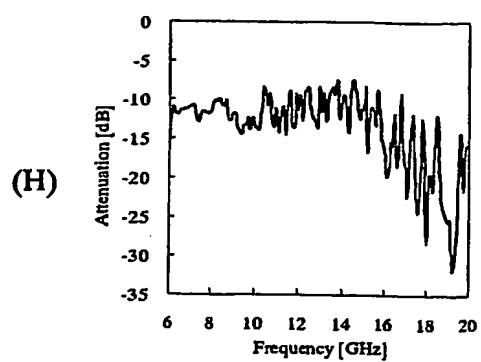
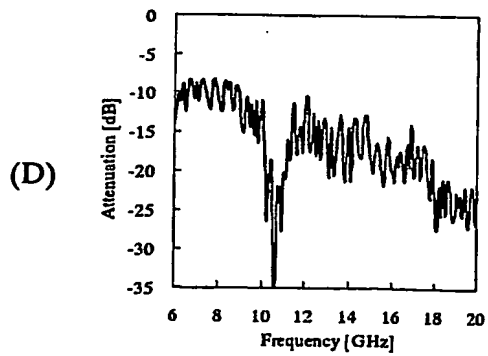
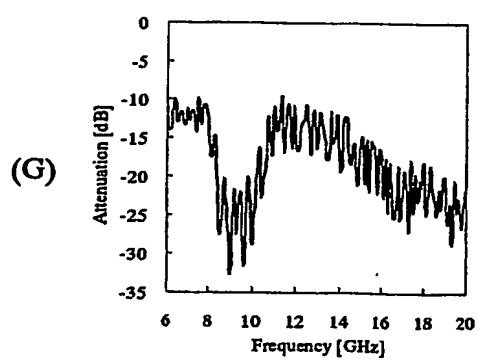
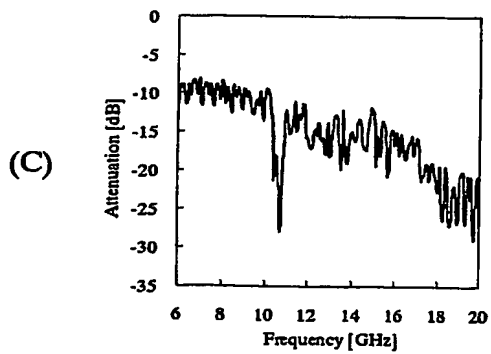
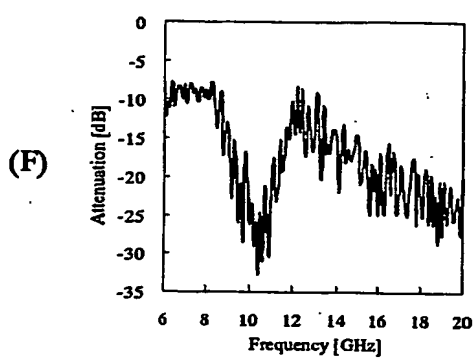
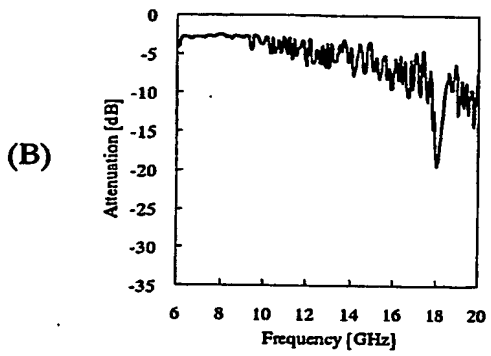
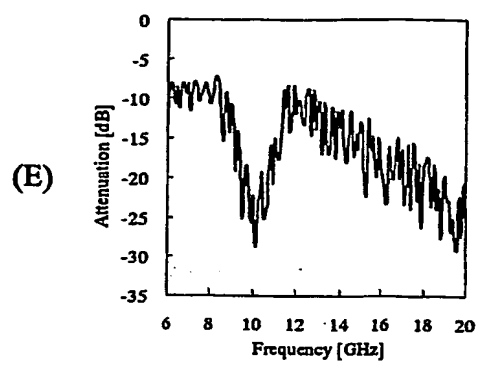
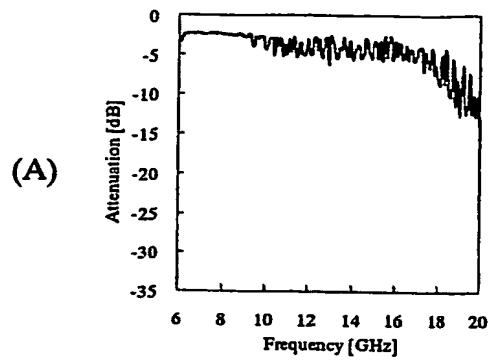
【図5】



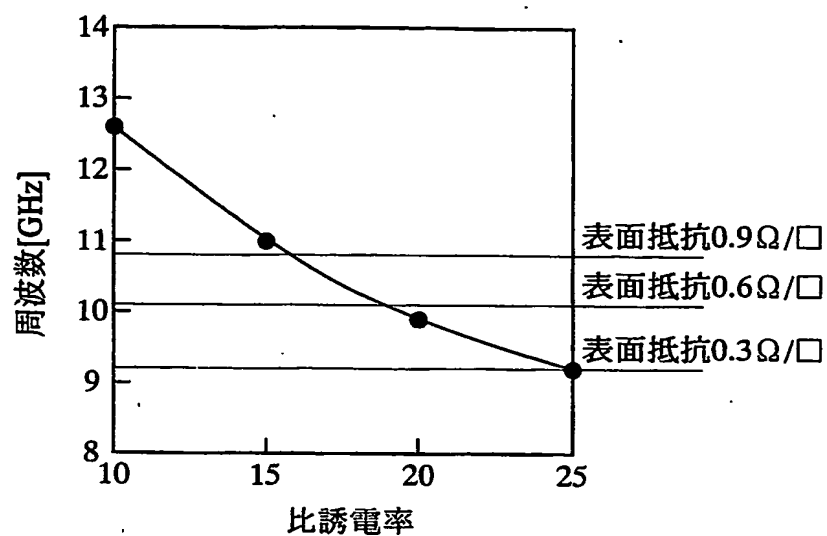
【図6】



【図7】



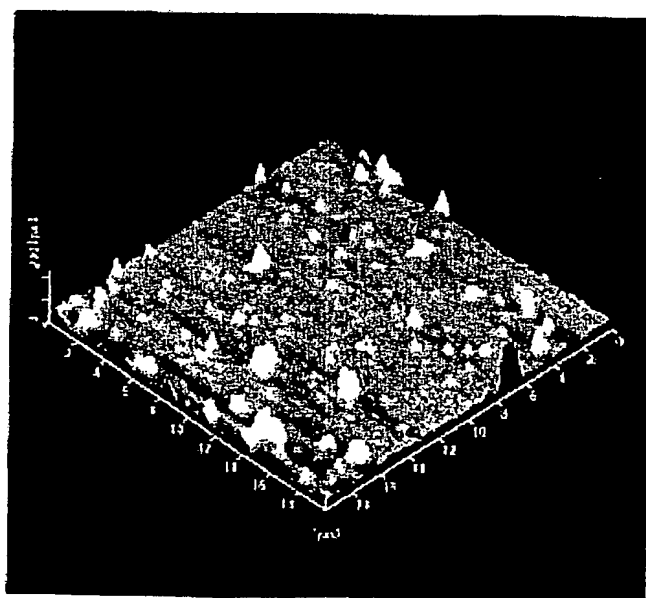
【図 8】



【図 9】

[分] メッキ時間	Ω/□ 表面抵抗
1	10000
2	0.91
3	0.63
5	0.56
10	0.33
20	0.10
60	0.01

【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誘電率や屈折率のコントラストの高い、誘電率の異なる 2 つの物質を 3 次元空間内で周期性をもって分布させた 3 次元周期構造体を構成する。

【解決手段】 感光性エポキシ樹脂などの光硬化性樹脂の液面に対して、形成すべき断面パターンの光照射を層毎に繰り返す光造形法によって、ダイヤモンド構造の空気孔を有するユニットセル素体 100' を造形する。次に、このユニットセル素体 100' の表面に Cu などの導電体膜を無電解メッキ方法によって形成する。これにより、誘電率の異なる 2 つの物質である樹脂と空気が 3 次元空間内で周期性をもって分布した 3 次元周期構造体で、且つその 2 つの物質の界面に導電体膜を有する 3 次元周期構造体を得る。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名

株式会社村田製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.